

PHYSIKALISCHE Verhandlungen

Mathieu. Sum 4.

AUTORENREFERATE UND TAGUNGSBERICHTE

VERBAND DEUTSCHER PHYSIKALISCHER GESELLSCHAFTEN
ÖSTERREICHISCHE PHYSIKALISCHE GESELLSCHAFT
ASTRONOMISCHE GESELLSCHAFT
DEUTSCHE METEOROLOGISCHE GESELLSCHAFT
DEUTSCHE GEOPHYSIKALISCHE GESELLSCHAFT
DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE OPTIK
DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ELEKTRONENMIKROSKOPIE
GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE MATHEMATIK UND MECHANIK
SEKTION FÜR KRISTALLKUNDE DER DT. MINERALOG. GES.

1955

6. JAHRGANG

7



Deutsche Gesellschaft für angewandte Optik
in Innsbruck

PHYSIK

PHYSIK VERLAG

MOSBACH · BADEN

Deutsche Gesellschaft für Angewandte Optik

56. wissenschaftliche Tagung in Innsbruck

Die 56. Tagung der Deutschen Gesellschaft für angewandte Optik fand in der Zeit vom 1. bis 3. Juni 1955 in Innsbruck statt. In der einleitenden Mitgliederversammlung wurde Herr Professor Dr. *Clemens Schaefer* in Anerkennung seiner großen Verdienste für die deutsche Wissenschaft einstimmig zum Ehrenmitglied der Gesellschaft ernannt. Als nächstjähriger Tagungsort wurde Berlin bestimmt. Anschließend wickelte sich in zweieinhalb Tagen das umfangreiche Vortragsprogramm ab, über das nachfolgend berichtet wird.

MITTWOCH, DER 1. JUNI 1955

Vormittags

Sitzungsleiter: *V. Ronchi* (Florenz)

V. RONCHI (Florenz): *Kritik der Grundlagen der Optik des siebzehnten Jahrhunderts.*

Es wird die geschichtliche Entwicklung dargestellt, welche dazu geführt hat, die Grundlagen für die Optik des siebzehnten Jahrhunderts zu legen, und es wird gezeigt, daß die optischen Studien einen wesentlich physikalischen Charakter angenommen haben, infolge Anwendung der Regel des "entfernungsmessenden Dreiecks". Diese Regel wurde drei Jahrhunderte lang unanfechtbar gehalten. So weit, daß man es unnötig fand, nach völliger Klarheit zu streben, und einfach darüber hinwegging. Wenn man diese Regel recht betrachtet und sie mit der Erfahrung vergleicht, muß man erkennen, daß sie nicht richtig, sondern lediglich eine einfache Arbeitshypothese ist. Es werden die hauptsächlichsten Folgen dieser wichtigen Dinge besprochen und es wird eine neue Art vorgeschlagen, die Grundbegriffe der Optik darzustellen.

G. HANSEN (Carl Zeiss, Oberkochen): *Näherungsweise Berechnung des Filterfehlers bei spektrophotometrischer Messung mit großem Spektralbereich.*

Bei der Messung des spektralen Durchlaßgrades mit einem Spektralphotometer, bei dem die Begrenzung des Spektralbereiches durch Farbfilter erfolgt, wird das Meßergebnis systematisch gefälscht, wenn man den gemessenen Durchlaßgrad auf den Schwerpunkt des Filterdurchlaßgebietes bezieht. Die exakte Berechnung des Filterfehlers ist umständlich. Man kann durch eine einfache, leicht zu handhabende Näherungsformel den Filterfehler ungefähr abschätzen.

J. KÄMMERER (Berlin): *Über das Auftreten mehrerer Bildebenen bei Photoobjektiven.*

Die Voraussetzungen für das Auftreten mehrerer Bildebenen werden experimentell und theoretisch an einem gut zentrierten Photoobjektiv 1:2, f = 50 mm untersucht.

Bei Benutzung der vollen Objektivöffnung sind im monochromatischen Licht drei deutlich voneinander getrennte Einstellebenen schärfster Bildkontur festzustellen. Die Lage und die Anzahl der auftretenden Bilder erweist sich als abhängig von der Abblendung des Prüfobjektes.

Eine wellenoptische Lichtverteilungsrechnung längs der Achse des aberrationsbehafteten Strahlenbündels führt zu dem Ergebnis, daß überall dort Bildebenen auftreten, wo Maxima der Strehlschen „Definitionshelligkeit“ vorhanden sind.

H. PLESSE (Carl Zeiss, Oberkochen): *Elektrische Meßeinrichtungen bei Photometern.*

Im allgemeinen verwendet man bei Photometern Gleichlichtmethoden, wobei sowohl Ausschlagsverfahren wie Kompensationsverfahren üblich sind. Bei den letzteren unterscheidet man elektrische und optisch-mechanische Kompensation. Ferner sind Wechsellichtmethoden bekannt, die praktisch nur mit optisch-mechanischer Kompensation arbeiten. Eine erstmalig bei dem Spektralphotometer PMQ II angewandte Impulslichtmethode mit Ausschlagverfahren bringt eine Reihe von Vorteilen, die im einzelnen besprochen werden.

E. WANDERSLEB (Jena): *Lichtabfalls-Ausweiskarten für das Bildfeld lichtstarker Kleinbildobjektive.*

Solche Karten hat E. Wandersleb auf S. 104 ff. Abb. 40—42 seines Buches „Die Lichtverteilung im Großen in der Brennebene des photographischen Objektivs“, Akademie-Verlag, Berlin 1952, entworfen. Er möchte sie zur Ergänzung der Belichtungsmesser als Hilfsmittel für die optimale Belichtung vor allem von Farbaufnahmen zur Erörterung stellen angesichts der Tatsache, daß bei lichtstarken Kleinbildobjektiven, z. B. der vollen relativen Öffnung 1:1,5 die Beleuchtungsstärke der Ecken des Kleinbildformats kaum ein Viertel der Mitte ist, daß aber bei Abblendung z. B. auf 1:2,2 die Beleuchtungsstärke in den Ecken nur unmerklich, in der Achse aber auf die Hälfte gedrosselt wird, so daß der Quotient Rand : Mitte auf den auch bei Farbaufnahmen erträglichen Wert 1:2 steigt. Dem sorgfältig arbeitenden Farbphotographen, und deren gibt es heute viele, zeigt eine solche Ausweiskarte, daß er, wenn er mit der vollen Öffnung 1:1,5 photographiert, in den Ecken vierfach unterbelichtet, sofern er nach Ausweis seines Belichtungsmessers die Mitte des Bildfelds gerade richtig belichtet, oder aber, daß er die Mitte des Bildfelds vierfach überbelichten muß, wenn er die Ecken gerade richtig belichten will. Die Karte zeigt ihm, daß er ohne merklich längere Belichtungszeit eine ausgeglichene Belichtung erzielt, wenn er auf die Öffnung 1:2,2 abblendet.

Nachmittags

Sitzungsleiter: R. Granit (Stockholm)

R. GRANIT (Stockholm): *Technik und Ergebnisse bei der Ableitung von Impulsen einzelner Ganglienzellen der Netzhaut.*

Zunächst wird die Verfahrensweise bei der Ableitung von Impulsen einzelner Retinaganglienzellen und Sehnervenfaseren beschrieben. Für die Augenphysiologie ist diese Methode eine Art „elektrischer Mikroskopie“, die eine neue Welt von Erscheinungen zum Vorschein gebracht hat. Dabei ist nicht zu erwarten, daß diese Erscheinungen sich unmittelbar psychophysisch übersetzen lassen können. Offenbar wirkt das Gehirn als ein im einzelnen noch unbekannter Integrator, von dessen leitenden Prinzipien wir bisher lediglich jenes der Superposition kennen, das sich für jedes Netzhautelement auf ausgedehnte Rezeptionsflächen einerseits und gegenseitige Überkreuzung dieser Flächen andererseits gründet. Zur physikalischen Reproduktion, die auf der Auflösung und der gegenseitigen Lagebeziehung verschiedener Elemente beruht, sind beide Prinzipien nicht zu verwenden.

Andererseits zeigt die genauere Analyse des Impulsmusters einzelner Sehnervenfaseren Ergebnisse, die schon heute mit den Erfahrungen der Psychophysik korreliert werden können und zur Aufklärung mancher Probleme beigetragen haben. Dies gilt besonders für Fragen wie: Helligkeit, Farbe, Kontrast, Dunkeladaptation usw., wofür im Vortrag eine Darstellung gegeben wurde.

In erster Linie hingegen ist die Analyse der Opticusfaserimpulse eine Analyse der Netzhautorganisation. Zwar besteht eine recht gute Isolierung der Rezeptoren der Netzhaut untereinander, doch werden die einzelnen Bahnen gehirnwärts bereits innerhalb der folgenden zwei Schichten der Netzhaut zusammengeführt und durch Querverbindungen zu funktionellen Einheiten verknüpft. Mit der Impulsmeldung innerhalb der einzelnen Sehnervenfaseren kommt daher ein bereits in diesem System organisierter Eindruck zustande. Der Vortrag gab eine Darstellung der bisher gefundenen Prinzipien dieser Organisation.

Schließlich wurde im Vortrag über die kürzlich entdeckte zentrifugale (vom Gehirn ausgehende) Steuerung der Netzhaut berichtet.

Soeben hat der Verfasser eine monographische Darstellung der Prinzipien der Rezeption gegeben, wie sie aus Studien der Impulsmuster hervorgehen: *Receptors and Sensory Perception. A Discussion of Aims, Means, and Results of Electrophysiological Research into the Process of Reception.* Yale Univ. Press., New Haven 1955, p. vii + 369.

H. LITTMANN (Carl Zeiss, Oberkochen): *Netzhautphotographie.*

Der Vortrag behandelt eine neue Netzhautkamera sowie verschiedene optische Prinzipien, die für die Netzhautphotographie denkbar sind.

H. SCHÖBER (Hamburg): *Die Augenrefraktometer.*

Übersicht über die am Markt befindlichen Geräte und ihre Meßprinzipien — Rodenstock-Refraktometer — Koinzidenz-Refraktometer nach Haringer — neues Thorner-Refraktometer — Untersuchungen über die Meßgenauigkeit der Geräte und die praktische Brauchbarkeit der einzelnen Meßprinzipien.

M. A. BOUMAN und P. L. WALRAVEN (Soesterberg, Holland): *Die Farbbeurteilung monochromatischer Lichtsignale.*

Einige Untersuchungen über die Unbeständigkeit der Farbbeurteilung bei Stimulation veränderlicher Größe (Helligkeit, Spektralbereich usw.) werden diskutiert und in Beziehung gesetzt zur Schwankung in der physikalischen Beeinflussung des Sinnesorgans auf Grund der Quantenstruktur des Lichtes.

H. KÖHLER (Carl Zeiss, Oberkochen) und R. LEINHOS (TH Stuttgart): *Weitere Untersuchungen zur Dämmerungsleistung von Fernrohren.* (Vorgetr. von R. Leinhos.)

Es wurde ausführlich über Untersuchungen berichtet, von denen auf der vorjährigen Tagung bereits einige Ergebnisse und die Versuchsanordnung mitgeteilt wurden [PHYS. VERH. 5, 83, 1954]. Im Bereich einer Umfeldleuchtdichte zwischen rund 10^{-4} und 10^1 asb wurden Fernrohrsehschärfen an handelsüblichen Feldstechermodellen gemessen. Als Testobjekte dienten Landoltringe mit zwei verschiedenen Kontrastwerten. Die Auswertung der Messungen erfolgte so, daß unter der Annahme eines Gesetzes für die Fernrohrsehschärfe

$$S_F = S_a \cdot C \cdot D^x \cdot I^y$$

die empirischen Exponenten x und y aus der Messung zu bestimmen waren. In der oben angeführten Formel bedeutet S_a die Sehschärfe im freiaugigen Sehen, C eine Konstante, D den Objektdurchmesser und I die Fernrohrvergrößerung. Unter Annahme der oben angeführten Gesetzmäßigkeit ergibt sich die Fernrohrleistung

$$L = S_F/S_a = C \cdot D^x \cdot I^y.$$

Die so ermittelten Werte von x und y wurden über zahlreiche Beobachtungsreihen von vier Beobachtern gemittelt. Die Werte selbst, sowie ihre Fehlergrenzen wurden als Funktion der Umfeldleuchtdichte wieder gegeben. Es zeigte sich, daß $x + y$ annähernd den Wert 1 ergab, sodaß die Fernrohrleistung annähernd

$$L = C \cdot D^x \cdot I^{1-x}$$

dargestellt werden kann, wie es der Ableitung von H. Köhler [OPTIK 177, 1955] entspricht.

Im Bereich zwischen $10^{-2,5}$ und $10^{-0,5}$ asb, also dem Hauptgebiet der Dämmerung ergaben die Messungen $y = x \approx 0,5$, womit gezeigt ist, daß es zulässig ist, die Fernrohrleistung in diesem Dämmerungsbereich

$$L \sim \sqrt{D \cdot I}$$

anzusetzen. Damit ist eine erneute experimentelle Bestätigung dieser von Köhl und Löhle zurückgehenden Beziehung geliefert, deren Gültigkeit mehrfach, zuletzt von Berek, bestritten wurde [Vgl. PHYS. VERH. 5, 83, 1954].

H. JENSEN (Deutsche Philips GmbH, Hamburg): *Messungen des Reflexionsvermögens neuer Projektions-Bildwände.*

Es wird berichtet über Messungen des Reflexionsvermögens an neuen Kino-Projektionswänden, wie sie infolge der erhöhten Lichtanforderungen durch die Breitbildprojektion entwickelt worden sind.

F. I. HAVLICEK (Ljubljana): Über Einstelldifferenzen beim Abblenden von Photoobjektiven.

Ausgehend von dem Korrektionszustand eines Photoobjektivs für maximale Öffnung und der Kugelwelle, die die Wellenfläche des Objektivs beinahe approximiert, wird untersucht, welchen Einfluß ein Abblenden des Objektivs auf eine Besteinstellung der Platte hat. Praktisch werden die Verhältnisse an üblichen Industrierzeugnissen diskutiert.

A. IVANOFF (Paris): Über ein Vorsatzsystem zum Photographieren unter Wasser.

Unterwasseraufnahmen werden im allgemeinen durch ein ebenes Glasfenster gemacht. Man kann es aber auch ersetzen durch ein optisches System, das keine merklichen Aberrationen besitzt und außerdem erlaubt, auch unter Wasser das Gesichtsfeld des Objektivs zu erhalten. Ein solcher „Unterwasser-Vorsatz“ kann aus zwei einfachen Linsen aufgebaut werden, wobei die vordere Linse an das Wasser grenzt und zugleich das Gehäuse wasserdicht abschließt. Diese vordere Linse ist zerstreuend und die zweite (sammelnde) Linse steht in ihrem Knotenpunkt. Dann kann man bei geeigneter Wahl der Brechkräfte erreichen, daß ein Gegenstand unter Wasser dem Aufnahmeobjektiv unter dem gleichen Gesichtsfeldwinkel dargeboten wird wie bei der normalen Photographie, d. h. das Gesichtsfeld wird auch unter Wasser erhalten. Wenn man die Brechkraft vor allem der zweiten Linse passend wählt, kann man außerdem erreichen, daß das Bild praktisch in der (geometrischen) Entfernung des Gegenstandes entworfen wird, wenigstens in einem Gebiet zwischen 1,5 und 6 m, in dem im allgemeinen fast alle Unterwasseraufnahmen gemacht werden. Mit geeigneten Glasarten und Durchbiegungen kann man den Vorsatz auch hinsichtlich der Farbabweichungen, des Astigmatismus und der Verzeichnung korrigieren.

H. KÖHLER (Carl Zeiss, Oberkochen): Zur Abbildungstheorie anamorphotischer Systeme.

Zunächst wurde die Abbildungstheorie anamorphotischer Systeme im paraxialen Bereich im Zusammenhang wiedergegeben. Es wurde dargelegt, daß die anamorphotische Abbildung weder eine kollineare, noch eine affine Transformation im Sinne der projektiven Geometrie darstellt. Eine anamorphotische Abbildung ist lediglich zwischen höchstens zwei Paaren von Ebenen möglich. Die diesbezüglichen Abbildungsgleichungen, von denen einzelne bereits schon Culmann, Boegehold und Gullstrand angegeben haben, wurden angeführt und ihre Erweiterung für afokale, anamorphotische Systeme wurde mitgeteilt. Einige spezielle Beziehungen, die für die Systeme zur Breitschirmprojektion von Interesse sind, wurden aus dieser paraxialen Theorie abgeleitet. Sodann wurde versucht, aus der Anschauung heraus einen Überblick über die möglichen Bildfehler zu geben und zwar für den speziellen Fall afokaler, anamorphotischer Systeme aus Zylinderflächen mit parallelen Achsen. Es konnte gezeigt werden, daß an Unhärfenfehlern nur Querabweichungen im Schnitt mit der optischen Wirkung auftreten können, davon sind die sphärische Abweichung, die Koma, die tangentielle Abweichung und die Verzeichnung im Schnitt mit der optischen Wirkung mit den Seidelschen Bildfehlern rotationssymmetrischer Systeme identisch. Hinzu kommt noch eine Art Sagittalfehler im anderen Schnitt und zwei Verzeichnungsfehler.

Sodann wird ein Ansatz für die Entwicklung einer Bildfehlertheorie aus dem Winkeleikonal heraus skizziert und im Anschluß daran über Ergebnisse berichtet, die Herr K. Bruder unter Leitung des Vortragenden bei der Aufstellung einer solchen Bildfehlertheorie erhalten hatte. In ähnlicher Form wie bei den Seidelschen Bildfehlerausdrücken konnten Summenformeln wiedergegeben und gedeutet werden. Bei Folgen aus doppelsymmetrischen Flächen mit parallelen Achsen ergeben sich im allgemeinen Fall 16 voneinander unabhängige Bildfehler, bei parallelen Zylinderflächen resultieren 8 voneinander unabhängige Bildfehler und in dem vorher skizzierten Spezialfall des afokalen, anamorphotischen Systems aus parallelen Zylinderflächen ergeben sich die oben schon erwähnten 7 Bildfehler.

C. HACKL (Solbad Hall, Tirol): *Darstellung der Abbildungsfehler durch Potenzen der Aberrationsbeträge.*

Im Anschluß an eine Veröffentlichung in der OPTIK wird gezeigt, daß die Taylorsche Reihenentwicklung in der Umgebung eines beliebigen kollimierten Strahles zu einer Darstellung der Abbildungsfehler führt, in die nicht mehr die Potenzen der Argumente, sondern die Potenzen der Aberrationsbeträge eingehen. Diese sind aber selbst als kleine Größen aufzufassen, so daß sich bereits mit geringen mathematischem Aufwand gute Näherungsergebnisse ergeben.

H. H. HOPKINS (London): *Die Auswertung der Bildgüte optischer Systeme.*

Eine Zusammenfassung der Behandlung der Theorie des optischen Bildes vom Standpunkt der Fourierschen Analyse wird mitgeteilt. Der auf diese Weise eingeführte Transmissionsfaktor ist ausgewertet worden als Funktion der Fourierschen Frequenzen der Intensitätsverteilung in der Objektelebene. Die Effekte eines Einstellungsfehlers, des Astigmatismus, sowie allgemeinere Studien über Aberrationstoleranzen werden beschrieben.

R. KRIEGER (München): *Die Lichtverteilung im Bild eines Linienstückchens in Abhängigkeit von Bildfehlern 3. Grades des optischen Systems.*

Die bei der Abbildung eines Linienstückchens durch ein optisches System auftretenden Aberrationen werden in Potenzreihen nach den Pupillarkoordinaten entwickelt und die Entwicklung nach den Gliedern 3. Grades abgebrochen. Die so erhaltenen Entwicklungskoeffizienten (Bildfehler) bestimmen die Lichtverteilung im Bild des Linienstückchens. Es wird eine Vorschrift mitgeteilt, nach der man die Helligkeitsverteilung im Bild des Linienstückchens als Funktion der zugrundegelegten Bildfehler berechnen kann. Dadurch kann man einen Einblick gewinnen, wie man die Bildfehler des Objektivs korrigieren muß, damit die Helligkeitsverteilung günstig wird.

G. KIRCHHOF (Opt. Inst. d. TU Berlin): *Über die gleichzeitige Korrektur aller Seidel'schen Bildfehler bei Triplets aus dünnen Linsen.*

Es wird eine Rechenvorschrift angegeben, mit der bei vorgeschriebenem Brennweite und Baulänge sowie drei gegebenen Brechzahlen die fünf monochromatischen Seidelschen Bildfehler korrigiert werden können. Dabei gibt die Darstellung der Fehler in Form einer Höhenschichtkarte einen übersichtlichen Einblick in den Zusammenhang zwischen Brechkraftverteilung und Aberrationen und gestattet die Aussage, daß selbst unter obigen Nebenbedingungen unendlich viele auskorrigierte dünne Triplets existieren. [Eine ausführlichere Veröffentlichung des Vortrages ist in der Zeitschrift „Optik“ in Aussicht genommen.]

E. WANDERSLEB (Jena): Die These „Bei den sphärisch randkorrigierten Objektiven ist im Einklang mit dem Gauß-Kriterium von 1831 die Gebrauchseröffnung bei derjenigen Blendenstellung zu begrenzen, außerhalb der der eintretende Lichtstrom nicht mehr den kleinsten Bildkern trifft“, stellte der Referent unter Hinweis auf den geometrisch-optischen wie auf den experimentellen Teil seines Buches „Die Lichtverteilung in der axialen Kaustik eines mit sphärischer Aberration behafteten Objektivs“ zur Förderung.

E. WANDERSLEB (Jena): Aufnahmen des Fixsternhimmels mit dem Tessar 1:9 kürzer zu belichten, zum Beispiel 10 Minuten, als mit dem Tessar 1:3,5, zum Beispiel 120 Minuten?

Zu dieser von weitem gesehen verwunderlichen Ansicht führt die geometrisch-optisch rechnende und in einem bestimmten Beispiel auch experimentell genügend bestätigte Untersuchung in dem Buch des Vortragenden: „Die Lichtverteilung in der axialen Kaustik eines mit sphärischer Aberration behafteten Objektivs“, Akademie-Verlag, Berlin 1952.

Für Fixsternaufnahmen mit großem Gesichtsfeld von 15 und mehr Grad seitlich der Achse benutzt man normale lichtstarke Objektive mit Brennweiten von einigen Dezimetern, z. B. Tessare 1:3,5; $f = 25$ cm, bei denen die Fehler schiefer Bündel für das große Gesichtsfeld in möglichst engen Grenzen gehalten sind und dafür im axialen Bildbüschel $w = 0^\circ$ sphärische Zonen von solcher Größe hingenommen werden müssen, daß der kleinste Bildkern in der axialen Kaustik viel größer wird als das Beugungsscheibchen, das die wellenoptische Rechnung bei genügender Zonenfreiheit des Objektivs als Grenze ergeben würde. Um dabei lichtschwache Sterne festzuhalten, sind Belichtungszeiten von 2 Stunden nicht ungewöhnlich. Führt man innerhalb des Tessartyps für dieselbe Brennweite $f = 25$ cm die sphärische Korrektur für die relative Öffnung von 1:9, also unter Drosselung des eintretenden Lichtstromes auf $(3,5:9)^2 = 1:7,5$, herbei, so bekommt man eine etwa zehnmal so kleine sphärische Zone und eine etwa 100mal so kleine Fläche des kleinsten Bildkerns. Infolgedessen wird die durchschnittliche Beleuchtungsstärke innerhalb dieses Bildkerns $00:7,5 = 13,5$ mal so groß wie im Falle des Tessars 1:3,5; $f = 25$ cm. Wie weit diese theoretische Spekulation durch die Praxis bestätigt wird, müssen Vergleichsversuche erweisen, die im Anlaufen sind.

Nachmittags

Sitzungsleiter: W. Ströble (München)

G. JAECKEL (Inst. f. Optik u. Feinmech. d. Dt. Akad. d. Wiss. Berlin-Adlershof): *Berechnung und Anwendung von vielstufigen Fresnel-Linsen.*

Die Verwendung von Kunststoffen anstelle von Glas ermöglicht heute die Herstellung von Fresnel-Linsen von sehr geringer Dicke und fast beliebig großen Durchmessern und einer so geringen Ringbreite, daß man die Ringstruktur mit bloßem Auge nicht mehr erkennen kann. Damit ergeben sich neue Anwendungsmöglichkeiten für derartige Linsen. Zum Unterschied von Photo-Objektiven liegen die Krümmungsmittelpunkte der Fresnel-Ringe nicht auf der Rotationsachse. Die Erzeugungskurve einer plankonvexen Fresnel-Linse mit breiten Zonen besteht aus geraden Linien und Kurvenstücken, die von der Kreisform abweichen und genau wie eine asphärische Linse punktweise berechnet werden müssen aus der Gleichheit der optischen Weglänge zwischen Brennpunkt und einer Wellenfläche hinter der

Linse. Ersetzt man die Kurvenbögen der einzelnen Zonen näherungsweise durch Kreisbögen, so liegen deren Mittelpunkte auf einer Kurve, die auf der Achse beginnt und sich von da nach beiden Seiten von ihr entfernt unter Vergrößerung der Krümmungsradien. Für *Fresnel*-Linsen mit Mikro-stufen wird eine Formel abgeleitet, die den Krümmungsradius und die Lage eines Evolutenpunktes der brechenden Fläche angibt als Funktion des Einfallswinkels des vom Brennpunkt ausgehenden Strahls.

Als interessantes Anwendungsbeispiel wird genannt die optische Hintergrundprojektion für Bühnen und Filmaufnahmeateliers, wobei der Projektionsapparat ein Diapositiv des gewünschten Hintergrundes auf die Rückseite einer feinstufigen *Fresnel*-Linse von mehreren Meter Durchmesser projiziert, die selbst das Objektiv des Projektionsapparates in das Aufnahmeobjektiv abbildet, womit der Lichtstrom voll ausgenutzt und sehr viel Energie eingespart wird.

G. FÖRSTNER (Carl Zeiss, Oberkochen): *Neuartige Anordnung von Libellen zum Horizontieren der Ziellinie in den geodätischen Instrumenten.*

Die erfolgreiche Anwendung der automatischen Horizontierung durch pendelnde Bauelemente gab neuerdings Anlaß zur Entwicklung von halb-automatischen und vollautomatischen Vorrichtungen für das Horizontieren von Ziellinien mit Hilfe von Libellen. Die bisher bekannt gewordenen Ausführungsbeispiele in Nivellier-Instrumenten und Theodoliten werden beschrieben.

H. KÖHLER (Carl Zeiss, Oberkochen): *Neue Wege im Feldstecherbau.*

Die Abmessungen und die optische Leistung der handelsüblichen Feldstecher sind nahezu einander gleich. Dabei sind die äußeren Abmessungen durch das zulässige größte Öffnungsverhältnis des Objektivs bestimmt. Als Objektiv hat man bisher ausschließlich verkittete Achromate verwendet, deren Öffnungsverhältnis bei 30 mm Öffnung 1 : 4 und bei 50 mm Öffnung 1 : 3,6 betrug. Es gelingt, die Bauhöhe des Feldstechers merklich zu verringern, wenn man als Objektiv anstelle des verkitteten Achromaten ein zweilinsiges Objektiv mit Luftabstand verwendet, dessen Luftabstand zwischen 3 und 10 % seiner Brennweite liegt. Ein solches Objektiv bringt infolge seiner Telewirkung bereits eine Verkürzung der Baulänge, außerdem gestattet es, den *Gauß*-fehler und den Zonenfehler praktisch zu korrigieren, sodaß die Anwendung von Öffnungsverhältnissen bis zu 1 : 3 möglich ist. Beide Maßnahmen bewirken eine merkliche Verringerung der Bauhöhe. Da Astigmatismus und Koma des Okulars bei einer Verkürzung der Gesamtbrennweite und festgehaltener Vergrößerung umgekehrt proportional der Brennweite ansteigen würden, kommen für die neuen Feldstecherformen die herkömmlichen Okulartypen nicht mehr in Frage, wenn man gegenüber den markt-gängigen Modellen eine Verbesserung der Randschärfe anstreben will. Es wurde daher über einen neuen 6-linsigen Okulartyp mit dicken, nach außen durchgebogenen Menisken kurz berichtet, der von der Firma Carl Zeiss in Oberkochen bei der neuen Feldstecherkonstruktion angewendet wird. In ganzen gesehen ergaben diese neuen Konstruktionsprinzipien einen Feldstecher, der beim 8×30 Modell rund 20 mm niedriger ist als z. B. der bisherige Zeiss-Feldstecher und der dabei eine merklich bessere Randschärfe ergibt. Als Beispiele wurden einige neue Feldstecher-Modelle der Firma Carl Zeiss, Oberkochen, vorgeführt, und es wurden graphische Darstellungen des Korrektionszustandes, sowie Meßergebnisse wiedergegeben. Durch Gegenüberstellung mit den entsprechenden Werten der früheren Zeiss-Feldstecher wurden die erzielten Fortschritte dargelegt. Zum Schluß wurde noch auf einige konstruktive Einzelheiten hingewiesen.

A. BERGER (Opt. Inst. d. TU Berlin): Untersuchung der Wirkung von Licht auspolierten Oberflächen.

Streulichtmessungen von nicht auspolierten Oberflächen ergeben, daß der Betrag des Streulichtes in der ersten Stunde des Poliervorganges von etwa 10 % auf ungefähr 5 % absinkt. Die übrige Polierzeit wird dazu benötigt, diese noch vorhandenen 5 % weiter zu verringern.

Die Richtungsverteilung des Streulichtes ändert sich während des Poliervorganges nicht. Sie wird durch Brechung des Lichtes an den Oberflächenunebenheiten erklärt, wodurch eine breite Streucharakteristik entsteht. — Vermehrtes Streulicht für sehr kleine Streuwinkel läßt sich innerhalb der Genauigkeit der Meßanordnung, die 10 Sekunden beträgt, während der gesamten Polierzeit nicht feststellen.

Die Untersuchungsergebnisse sind unabhängig von der gewählten Glasart und von den benutzten Schleif- und Poliermitteln.

W. KÖHLER (J. D. Möller GmbH. Optische Werke Wedel): *Fernsehmikroskopie.*

Bei der beschriebenen Anordnung, die als Fernseh-Mikroskop bezeichnet werden soll, wird durch einen Mikroprojektor das Bild des Objektes auf der Photokathode einer Fernsehaufnahmerröhre entworfen. Von dort wird es durch einen üblichen fernsehtechnischen Teil, der aus einer Fernseh-Industrieanlage besteht, in elektrische Impulse umgewandelt, verstärkt und auf dem Schirm eines Braunschen Rohres sichtbar gemacht.

Der Vorteil eines solchen Fernseh-Mikroskopes besteht zunächst in der bequemen Beobachtbarkeit des hellen Bildschirmes auch für mehrere Beobachter gleichzeitig und ggfs. sogar an verschiedenen Orten. Die Möglichkeit der elektrischen Lichtverstärkung gestattet, mit sehr geringer Beleuchtungsstärke am Objekt auszukommen, wodurch auch die Beobachtung, Photographie und Kinematographie von licht- oder wärmeempfindlichen Objekten, auch über lange Zeiträume, durchgeführt werden kann.

Schließlich ergibt sich durch diese Lichtverstärkung auch ein gewisser Gewinn an Auflösungsvermögen insofern, als man bei Objekten nur wenig unterschiedlicher Transparenz, wie sie in der Praxis häufig vorkommen, durch kontinuierliche Veränderung der Verstärkung und der Grundhelligkeit des Bildschirmes einen optimalen Kontrast an der jeweils zu untersuchenden Stelle einstellen kann. Maßgebend für die Güte der Abbildung und die Auflösung bleibt selbstverständlich in erster Linie die Leistungsfähigkeit des lichtoptischen Teiles.

Eine weitere Verbesserung des Auflösungsvermögens läßt sich noch durch Verwendung von ultravioletem Licht erreichen, das auf dem beschriebenen Wege dann sofort zu einem sichtbaren Bild führt.

M. KERNER (Kiel): *Über die Möglichkeiten der automatischen Scharfeinstellung bei kurzen Objektentfernungen.*

Es werden insbesondere die Inversoren betrachtet, wie sie bei Reproduktionskammern Anwendung finden, insbesondere der Fall, bei dem der Inversor durch die Relativbewegung einer Einrichtung zur Geradführung gesteuert wird. Dabei ergeben sich einige Neuerungen hinsichtlich der optischen Anordnung im Fall der Projektion.

Sitzungsleiter: G. Hansen (Oberkochen)

E. HEYNACHER (Optisches Inst. d. TU Berlin): *Möglichkeiten zur Verschärfung der Hartmann-Prüfung für den Bereich kleiner Aperturen.*

Bei kleinen bildseitigen Aperturen (z. B. Mikroobjektive) reicht die Genauigkeit der strahlenoptischen Prüfung nach Hartmann nicht mehr aus, um eindeutige Aussagen über den Korrektionszustand des Prüflings machen zu können. Es wurden Mittel zur Verschärfung der Strahlenkennzeichnung und zur Steigerung der Genauigkeit durch günstige Wahl der Lage der Auffangebene diskutiert. Es gelang die Wellenfläche im Bereich kleiner Aperturen mit einer Genauigkeit besser als $\lambda/50$ festzulegen.

H. J. HÖFERT (Carl Zeiss, Oberkochen): *Über die Streustrahlung bei Monochromatoren.*

Das Verhältnis S des Streustrahlungsstromes zum Nutzstrahlungsstrom ist nicht von den festen Daten des Monochromators allein abhängig. Bei monochromatischer Beleuchtung des Eintrittsspalt ist S proportional der Spaltbreite, bei Beleuchtung mit Strahlung von kontinuierlichem Spektrum unabhängig von der Spaltbreite, jedoch abhängig von der spektralen Verteilung der in den Monochromator eintretenden Strahlung. Da in beiden Fällen S proportional der Spalthöhe ist, läßt sich der Streustrahlungsanteil durch Verkleinerung der Spalthöhe herabsetzen. Zur Messung der Streustrahlung kann die Nutzstrahlung ausgeblendet oder ausgefiltert werden. Bei Messungen der Extinktionsdifferenz von Lösungen gegen das Lösungsmittel kann die Streustrahlungskorrektur des Durchlaßgrades in vielen Fällen genügend genau durch Kombination von Messungen mit bzw. ohne Vorschaltung eines Kantenfilters ermittelt werden.

A. WEYRAUCH (M. Hensoldt & Söhne, Opt. Werke A. G., Wetzlar): *Über die Reflexion an Dachprismen.*

Die Reflexion an einem Dachflächenpaar beeinflusst den Polarisationszustand und die Phasenlage der beiden Teilbündel im allgemeinen unterschiedlich [G. Joos, ZEISS-NACHR. 4, 221, 1943]. In dem Vortrag wurde gezeigt, wie der Schwingungszustand nach der Reflexion durch ein Matrizenprodukt dargestellt werden kann. Aus diesem Matrizenprodukt ergibt sich u. a., daß bei einer durch die Reflexion erzeugten relativen Phasenverschiebung um π die Schwingungsebenen der beiden Teilbündel entgegengesetzt gedreht werden. Der Winkel zwischen den beiden Schwingungsebenen hängt derart von der Strahleinfallsrichtung ab, daß er jeden beliebigen Wert annehmen kann. Tritt an einer Dachfläche bei der Reflexion keine Phasenverschiebung ein, so ist der Schwingungszustand der beiden Teilbündel gleich, aber i. a. von dem des eintretenden Bündels verschieden. Wenn nicht nur an einer, sondern an beiden Dachflächen keine Phasenverschiebung durch die Reflexionen entsteht, so sind die beiden Teilbündel untereinander und außerdem mit dem eintretenden Bündel identisch.

Die bei der Totalreflexion auftretende Phasenverschiebung läßt sich durch Aufbringung von dielektrischen interferenzfähigen Schichten beeinflussen. Mit den bekannten Schichtsubstanzen ist mit einer Einfachschicht nicht in allen Fällen die Phasengleichheit zu erreichen. Mit Mehrfachschichten wird dieses jedoch ohne weiteres möglich.

H. ANDERS (Carl Zeiss, Oberkochen): *Der Einfluß dünner Schichten auf die Sichtbarkeit der Grenzlinie der Totalreflexion.*

Nach Säureeinwirkung auf die Meßfläche eines Refraktometerprismas hatte sich die Sichtbarkeit der Grenzlinie in gewissen Meßbereichen wesentlich

rich verbessert. Dagegen war die Grenzlinie in anderen Bereichen völlig verschwunden. Es wird gezeigt, daß sich diese Beobachtungen erklären lassen, wenn man annimmt, daß sich auf der Prismenfläche eine homogene, absorptionsfreie Schicht gebildet hat, die eine Dicke von der Größenordnung der Lichtwellenlänge besitzt und deren Brechzahl kleiner ist als die Brechzahl des Meßprismas.

W. KRUG (Inst. f. Optik u. Feinmech. d. Dt. Akad. d. Wiss. Berlin-Adlershof): *Mehrstrahlinterferenzen und Äquidensiten.*

An Hand von Beispielen wurde der Informationsgehalt von Zweistrahl- und Mehrstrahlinterferogrammen mittels der Äquidensitometrie [Z. FEINGERÄTETECHN. 1, 391, 1952] untersucht. Hierbei wurde gezeigt, daß man mittels Mehrstrahlinterferenzen unter Umständen völlig falsche Meßwerte über die Oberflächenstruktur erhalten kann. Dies ließ sich aus theoretischen Überlegungen über das Zustandekommen der Mehrstrahlinterferenzen zeigen, und insbesondere konnten einige sehr wesentliche experimentelle Bedingungen für die Anwendung der Mehrstrahl-Keilinterferenzen bestätigt bzw. abgeleitet werden. Die Zweistrahl-Interferogramme liefern dagegen in den meisten Fällen eine eindeutige Oberflächentopographie, die weit unabhängiger von der Art des Oberflächengebirges, des Keilwinkels, der Keildicke und der Beobachtungsapertur sind. Die Meßgenauigkeit der Zweistrahlinterferenzen kann durch Äquidensiten um eine Größenordnung und mehr gesteigert werden, so daß tatsächlich Genauigkeiten von 0,200 und mehr bei der technischen Oberflächenprüfung erreicht werden können.

H. HANNES (Abt. f. Angew. Phys. d. Univ. Freiburg i. Br.): *Die Eigenschaften des Schattenverfahrens.*

Bekanntlich wird das Schattenverfahren im einfachsten Falle dadurch realisiert, daß das auf Schlieren zu prüfende Objekt mit Hilfe einer punktförmigen Lichtquelle auf einen Schirm projiziert wird. Dieser direkten Projektion wird eine andere Anordnung gegenübergestellt, bei der das Schattenverfahren in der optischen Abbildung verwirklicht wird. Ein solches Verfahren ist, obwohl es zunächst umständlicher erscheint, in mancherlei Hinsicht vielseitiger und auch praktischer zu handhaben als die gebräuchliche Zentralprojektion.

Ferner werden einige grundsätzliche Eigenschaften des zwar viel gebrauchten, aber in seinen Einzelheiten verhältnismäßig wenig untersuchten Schattenverfahrens behandelt. Dabei findet sich unter anderem eine reziproke Beziehung zwischen der Empfindlichkeit und der optischen Auflösung eines Schattenbildes, wie sie in ganz ähnlicher Form vom Toeplerschen Schlierenverfahren her bekannt ist. [Der Aufsatz wird in der „OPTIK“ erscheinen.]

G. HABERLAND und H. SCHWIEGER (II. Phys. Inst. d. Univ. Halle): *Die Anwendung der Äquidensitometrie in der Spannungsoptik.* (Vortrag konnte wegen Einreiseschwierigkeiten nicht gehalten werden.)

Es kommen bei spannungsoptischen Modellversuchen häufig Fälle vor, bei denen die auftretenden Gangunterschiede so klein bleiben, daß keine hinreichend zahlreichen Isochromatenordnungen zu beobachten sind und man demzufolge auf eine Analyse des elliptisch polarisierten Lichtes angewiesen ist. Das ist insbesondere bei der Verwendung von Gläsern oder Plexiglas als Modellmaterial der Fall. In diesen Fällen ist die Äquidensitometrie zur Bestimmung der optischen Gangunterschiede geeignet. Dazu werden bei Verwendung von geeignetem Filmmaterial (z. B. Agfa Phototechnischer

Film B, matt) bei verschiedenen Stellungen des Polarisationskreuzes die Isoklinen im monochromatischen Licht photographiert. Durch Unterbrechung des Entwicklungsvorganges und diffuse Zwischenbelichtung des Filmes (Sabatier-Effekt) werden auf den Schwärzungsübergängen Linien gleicher Lichtintensität (Äquidensiten) festgelegt. Längs dieser Äquidensiten ist gemäß der Lichtintensitätsverteilung hinter dem Analysator

$$\sin 2\alpha \sin \Delta/2 = \text{const.} = C$$

(α ist der Winkel zwischen der Schwingungsrichtung des Polarisators und einer Hauptspannungsrichtung im Modell, Δ die optische Phasendifferenz). Dabei läßt sich α aus den Isoklinen ermitteln, sodaß sich bei Kenntnis der Konstante C längs der Äquidensiten die Gangunterschiede bestimmen lassen. Letztere sind dann ein Maß für die Hauptschubspannungen. Die Konstante C wird an einem durch querkraftfreie Biegung beanspruchten Stab durch Aufspaltung der Nullisochromate in Äquidensiten erhalten (zweckmäßig $\sin 2\alpha = 1$). Das Verfahren gestattet also, die optischen Gangunterschiede $\Delta < 360^\circ$ in ihrer Gesamtheit aus Photogrammen zu bestimmen. Als Versuchsbeispiel wurde der frei aufliegende, mittig belastete Balken aus Plexiglas gewählt. [Ausführlicher Bericht in BAUPL. BAUTECHN. 9, 71/1955 und in WISS. Z. UNIV. HALLE, MATH.-NAT. 4, 853, 1955.]

R. SCHLÄFER (Jenaer Glaswerk Schott & Gen., Mainz): *Neuentwicklung auf dem Gebiet der Interferenzmonochromatfilter.* (Mit Demonstrationen.)

Zur Isolierung von schmalen Wellenlängenbereichen aus dem Spektrum einer kontinuierlichen Lichtquelle werden seit einigen Jahren in steigendem Maße die sogenannten Interferenzlinienfilter verwendet, die aus zwei durchscheinenden Metallschichten mit einer dazwischenliegenden absorptionsfreien Distanzschicht bestehen. In den ersten grundlegenden Arbeiten wurde bereits auf die Möglichkeit von Verbesserungen und Weiterentwicklungen hingewiesen, die jetzt auf Grund der weiter vervollkommenen Technik verwirklicht werden konnten.

Folgende Aufgaben wurden gelöst: (1) die Steigerung des maximalen Durchlaßgrades; (2) die Unterdrückung des Störlichtes oder Untergrundes; (3) die Verringerung der Winkelabhängigkeit.

Drei neu geschaffene Filterarten geben dem Benützer die Möglichkeit für die verschiedenen Anwendungsgebiete die entsprechenden Filter auszuwählen. Das ebenfalls neu entwickelte Verlauffilter, ein Interferenzfilter mit keiliger Distanzschicht stellt ein sehr geeignetes Grundelement für lichtstarke Filtermonochromatoren dar.

H. SCHRÖDER (Jenaer Glaswerk Schott & Gen., Mainz): *Über Anwendungen von Interferenzpolarisatoren in der Photometrie und Kolorimetrie.*

Mittels zweier Interferenzpolarisatoren läßt sich eine Strahlenteilung und -wiedervereinigung wie mit doppelbrechenden Kristallen, jedoch unter beliebig weiter Trennung der Bündel erreichen. Man kann daher mit ihnen das Prinzip der Hardyschen Doppelstrahlmethode in besonders einfacher Weise zur Lösung photometrischer und kolorimetrischer Aufgaben realisieren. Durch Verwendung eines rotierenden Analysators ergibt sich eine Flimmermethode, welche bei polarisationsoptischem Abgleich des Vergleichsbündels eine Unabhängigkeit von den Eigenschaften der Lichtquelle und Photozelle gewährleistet. Für Messungen über größere Spektralbereiche empfiehlt sich eine Anordnung, bei der die beiden Interferenzpolarisatoren vom Meß- und Vergleichsbündel in gleicher Weise beansprucht werden, um den spektralen Gang der Polarisationswirkungen auszuschalten. Das besonders für kleine Extinktionsunterschiede sehr empfindliche Verfahren läßt sich auch zu Reflexions- und Streulichtmessungen heranziehen.



